CPWG 구조를 이용한 Wibro 및 WLAN 통신용 안테나 설계 및 제작

Design and Fabrication of the Antenna for Wibro and WLAN Communications Using CPWG Structure

이 승 우 · 김 남 · 이 승 엽*

Seungwoo Lee · Nam Kim · Seung-Yeop Rhee*

요 약

본 논문에서는 사다리꼴 모양을 가지며, Wibro와 무선 랜 통신에 이용할 수 있는 CPWG 안테나를 설계하고 제작하였다. 안테나의 기본적인 형태를 사다리꼴로 만들어 광대역 특성을 얻었으며, 사다리꼴 내부에 H형 패치를 삽입하여 안테나의 공진 및 임피던스 매칭의 안정화를 가져왔다. 특히 본 논문에서 제안한 CPWG 구조는 모노폴과 CPW를 결합한 구조로써 급전선과 그라운드 간의 간격이나 크기 변화에 따른 임피던스 매칭이 변하는 CPW의 단점을 보완해 주었다. 설계된 안테나는 측정 결과 −10 dB(VSWR≤2) 기준으로 2.2~4.6 GHz(70.5 %)의 주파수 대역에서 공진이 일어났으며, H-plane의 방사 패턴이 전방향 특성을 나타냈다. 또한, 급전선과 그라운드의 영향으로 인한 임피던스 매칭의 변화율이 작다는 것을 확인할 수 있었다.

Abstract

In this paper, we designed and fabricated the trapezoidal antenna using the CPWG structure for Wibro and WLAN communications. This antenna has broadband characteristics using the basic trapezoidal antenna, and an H-shaped parasitic patch is making an expansion of resonance bandwidth and bringing stability of impedance matching. Especially, CPWG structure is combined two kinds of the structure which of a monopole antenna and a coplanar waveguide antenna. They make up for the weak point of the CPW which is variation of impedance matching according to varying the gap or size of the feed line and the ground. The designed antenna has occurred resonances of which the band of 2.2 GHz to 4.6 GHz(70.5 %) below the return loss of −10 dB(VSWR≤2) obtained in measurement, and it has an omnidirectional radiation pattern of H-plane. In addition, the changes of impedance matching appear slightly caused by the effects of the ground plane and the feed line.

Key words : CPWG, Trapezoidal Antenna, Wibro, WLAN

I. 서 론

최근 연구되는 안테나의 특징은 소형화 및 경량화된 내장형 안테나이며, 제작이 쉽고 개발이 용이한 모노폴 구조를 주로 사용한다. 안테나의 소형화 방법에는 집중 소자 기술을 사용하는 방법과 기하학적인 구조를 사용하는 방법, 기생 소자를 사용하는 방법 등이 있다[1],[2].

「본 연구는 2008년 정부(교육과학기술부)의 지원(지역거점연구단육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환(2007-F-043-02, 전자파 기반 진단 및 방호 기술 연구)으로 수행하였음.」

충북대학교 정보통신공학과(Division of Information and Communication, Chungbuk National University)

*전남대학교 전기 · 전자통신 · 컴퓨터공학부(Electronic Communication Engineering, Chonnam National University)

· 논 문 번 호 : 20080521-068

· 수정완료일자 : 2008년 9월 24일

최근에 연구되는 안테나 방식은 마이크로스트립 급전 방식을 사용하여 안테나의 크기를 획기적으로 줄이고 패치를 사용함으로써 방사를 보충해 주고, 고이득 특성을 얻는 방법을 주로 사용한다. 하지만, 안테나의 소형화로 인하여 전류 밀도가 높아지면서 Q 값(quality factor)도 높아져 대역폭이 크게 감소하는 문제점이 있다[3]. 이러한 공진형 안테나의 광대역 또는 다중 대역 특성을 얻기 위해서 고차 모드를 이용하는 방법, 주방사 소자에 기생 패치를 삽입하여 커플링 효과로 인한 다른 주파수 대역을 설계하는 방법, 평면 형태의 방사 소자에 슬릿을 만들어 특성을 구하는 방법, 슬롯 형태의 방사 구조를 사용하는 방법, CPW 급전 방식을 이용하는 방법 등 여러 종류의 방법들과 접목하여 광대역 특성을 구하고 있다[4].

CPW(Coplanar Waveguide)는 마이크로스트립 선로와 비슷한 형태를 가지고 있지만, 그라운드가 후면부에 위치하는 것이 아니라 급전선 양쪽으로 위치하게 된다. 지금까지 연구된 CPW 급전 슬롯 안테나는 다이폴 슬롯 형태를 가진 슬롯 안테나 구조로써, 안테나의 동작 대역폭을 증가시키고, 다양한 응용분야에 적용하기 위해 여러 가지 구조로 설계되고 있다[5].

CPW 급전 슬롯 안테나가 점차 관심을 끌고 있는 이유는 마이크로스트립 방식에 비해 복사 손실이 낮고 산란이 적으며, 특성 임피던스의 변화가 작아서 넓은 대역폭을 얻을 수 있다는 장점이 있기 때문이다[6]~[8]. 또한, 급전선과 평행한 면으로부터 일정한 거리를 두고 그라운드가 존재하므로 MMIC나 MIC에서도 사용이 가능하며, 기판의 표면에 만들어지는 소자들은 모두 위쪽 면에 부착될 수 있다는 것이 큰 장점으로 볼 수 있다. 이는 밀리미터파의 영역에서 via 등의 기생 효과를 줄일 수 있고, 수 GHz에서 수십 GHz의 회로에서 주로 이용되고 있다[9],[10].

하지만, CPW 구조는 급전선의 폭, 급전선과 그라운드 간의 간격 등으로 안정성이 떨어져 임피던스 매칭이 다소 어렵다는 문제가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 CPWG(CPW with Ground) 구조를 사용할 수 있으며, CPW 구조의 뒷면에 그라운드가 존재하는 구조이다. 즉, CPW 구조와 마이크로스트립 구조가 결합된 구조로써, 일반 CPW와 비교하여 특성 임피던스는 작아지고, 유효 유전율이 증가하게 된다. 특히 후면부에 그라운드가 추가로 들어가 있으므로 급전선과 전면부 그라운드 사이의 간격이 변하게 되어도 임피던스가 크게 영향을 받지 않고 안정화될 수 있을 것이다.

따라서 본 논문에서 설계된 안테나는 CPWG 구조를 사용하여 안정화된 광대역 특성을 얻고, 사다리꼴 형태의 구조에 H형 기생 패치를 삽입하여 Wibro 및 WLAN 통신에 사용할 수 있는 안테나를 개발하였다. 설계된 안테나는 유전율 4.62를 갖고 1 mm 두께의 FR-4 기판에 제작되었으며, 전체적인 크기는 폭 35 mm, 높이 70 mm이다. 또한, 휴대폰이나 PDA 등의 휴대용 무선기기에 적용하기 위해 요즘 많은 응용 분야에 사용되고 있는 2.4 GHz의 주파수 대역을 대상으로 설계되었으며, 안테나 측정 후 결과는 1.5~1.7 GHz 대역과 2.2~4.6 GHz 대역에서 공진이 발생하였고, 방사 패턴은 H-plane의 경우는 전방향성 특성을 보였고, E-plane은 안테나의 전후로 방사가 일어나는 나비 모양의 방사 특성을 보였다. 안테나의 측정 결과가 목표로 했던 2.4 GHz 대역을 만족하는 2.2~4.6 GHz의 특성을 보이므로, 2,300~2,390 MHz 대역의 Wibro 통신과 2,400~2,480 MHz 대역의 WLAN 통신에 응용 가능하다.

Ⅱ. 안테나 설계

사다리꼴 형태의 안테나는 일반적으로 광대역 특성을 보이며, UWB 통신에 응용된다[2]. 본 논문에서는 Wibro 및 WLAN 통신에 응용하기 위하여 면 형태의 사다리꼴 안테나에 슬릿을 만들어주는 변형을 통하여 안테나를 제작하였다. 또한, 급전선과 전면 그라운드 간의 간격 차이나 급전선 너비의 변화 등으로 발생하는 공진 또는 임피던스 매칭의 급격한 변화를 줄이기 위하여 후면부에 그라운드를 삽입한 CPWG 급전 방식을 사용하였다.

그림 1은 본 논문에서 제시하는 CPWG 급전 사다리꼴 형태 안테나의 구조를 보여주고 있다. 설계된 안테나의 전체 크기는 35 mm(w)×70 mm(l)×1 mm(t)이며, 유전율이 4.62, 0.01 mm의 두께의 구리(copper)로 구성된 FR-4 기판에 제작되었다. 앞에서 언급한 CPWG 구조의 특성에서처럼 그림 1에서 그라운드는 안테나 전면의 급전선을 중심으로 좌측 및 우측으로 위치해 있으며, 후면의 일반적으로 패치 안테나는

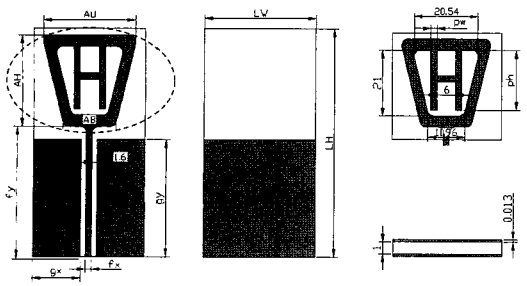


그림 1. 설계된 안테나의 구조
Fig. 1. The structure of the designed antenna.

사각형 모양의 패치가 대부분이었으나, 전류의 흐름을 원활하게 만들어 광대역인 특성을 나타내는 사다리꼴 형태의 안테나가 제안되었다[6]. 보통 사다리꼴 형태의 안테나는 3 GHz 이상에서 사용 가능한 UWB 통신용으로 사용하며 광대역 특성을 보이지만, 원하는 주파수 대역의 특성을 얻을 수 없었다.

예전부터 원형 링(또는 사각 링) 안테나는 광대역으로 만들기 위해 사용되었으므로, 면형 패치의 중간 부분을 링 형태로 만들기 위해 제거시키게 되면 광대역 특성이 나타나게 된다[11]. 따라서 본 연구에서도 광대역 특성을 얻기 위하여 그림 1에서 보는 것과 같이 패치의 밑변과 윗변의 두께를 3.5 mm, 측변의 두께를 3.2 mm 정도로 하고 나머지 부분은 제거를 시켰다. 또한, 사다리꼴의 모서리 부분을 둥근 모양으로 만들어 주어 전류의 흐름을 원활하게 해주었다. 그리고 안테나의 크기를 조절하여 원하는 주파수 대역에서 공진이 발생하도록 하였다. 일반적인 사각 링형 안테나는 대역폭은 넓지만 빔 폭이 좁은 특징을 보이므로, 대역폭은 작지만 빔 폭(beam width)은 큰 특징을 보이는 H형 패치를 삽입하여 두 안테나 특성의 커플링 효과를 사용하여 원하는 주파수 대역 특성을 얻었으며, 50-Ω 임피던스 매칭의 안정화를 가져왔다[12].

앞에서 언급했듯이, 후면부에 위치한 그라운드는 전면에 있는 안테나의 급전선의 폭, 급전선과 전면 그라운드 사이의 거리 등으로 인한 영향을 최소화 시키고자 삽입되었으며, 구조의 안정화로 임피던스의 변화나 방사 손실을 줄일 수 있었다. 또한, 기생 패치인 H형의 패치는 U자형 모델과 n자형 모델 등 다양한 형태의 패치를 삽입하였으나, 낮은 주파수 대역에서 약간의 주파수 이동만 발생할 뿐 크게 차이는 없었다.

표 1. 50 Ω 매칭을 위한 factor 값
Table 1. Factor values for 50 Ω matching.

유전율(ε_r)	4.62
기판 두께(h)	1 mm
급전선 폭(s)	1.8 mm
급전선 간격(w)	1.3 mm
주파수(f)	2,400 MHz

설계 초기에 마이크로스트립 라인(microstrip line)의 폭은 유전율, 기판의 두께, 원하는 주파수 대역 등의 요소(factor)를 이용하여 수학적으로 구하였고, 스트립 라인과 그라운드 사이의 임피던스 선폭도 구하였다. 원하는 임피던스를 계산하기 위하여 다음과 같은 식을 사용하였다[13].

$$Z_o = \frac{60\pi}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \frac{1.0}{\frac{K(k)}{K(k')} + \frac{K(kl)}{K(kl')}}$$

일반적인 안테나는 50-Ω의 임피던스 매칭을 사용하므로, 본 논문에서도 이러한 식으로부터 임피던스를 계산하기 위해서는 유전율(ε_r), 기판의 두께(h), 급전선의 폭(s), 급전선과 접지면 사이의 간격(w), 원하는 주파수 대역(f) 값을 넣어주면 된다. 본 논문에서는 50-Ω 매칭을 위하여 사용된 값은 표 1과 같다.

Ⅲ. 안테나 모의실험 결과

안테나의 설계 및 해석을 위하여 상용 EM 시뮬레이터인 CST사의 MWS(Microwave Studio)를 사용하였다. 설계된 안테나의 두께에 따른 반사 손실의 변화를 알아보기 위하여 그림 2에서처럼 주방사가 되는 사다리꼴 형태의 패치 폭을 변화시켰으며, 평면형 사다리꼴 안테나와 반사 손실을 비교해 보았다. 일반적인 평면형 사다리꼴 안테나는 그림 3(a)에서 보여주고 있다. 그림 2에서 보여주는 치수는 밑변 및 윗변의 두께를 보여주는 것이며, 측변의 두께는 밑변 및 윗변 두께의 변화에 따라 비례적으로 변한다. 밑변 및 윗변의 두께가 각각 2.5 mm, 3.5 mm, 4.5 mm일 때, 측변은 2.2 mm, 3.2 mm, 4.2 mm가 된다.

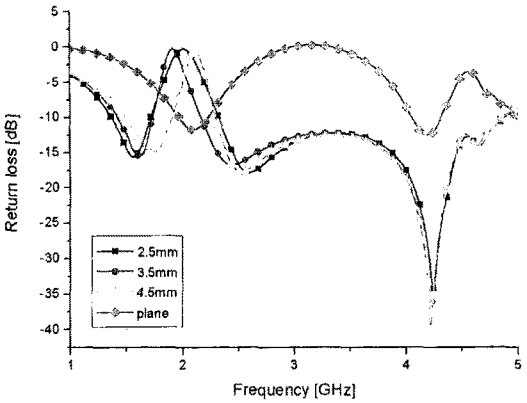


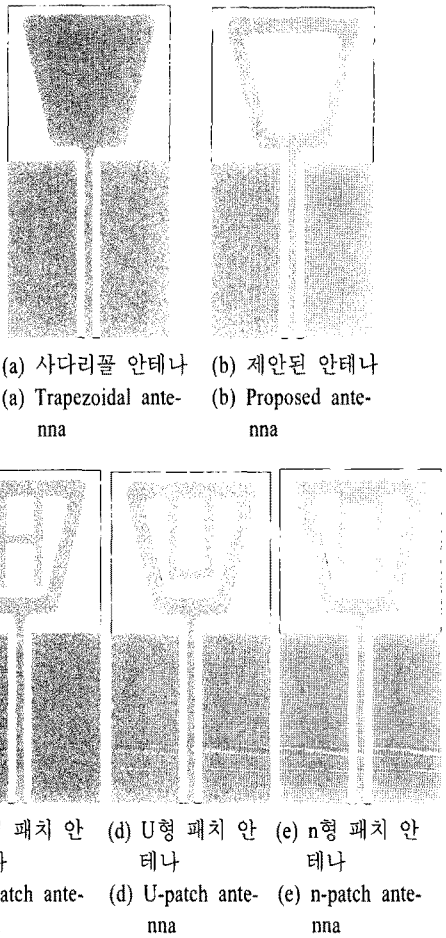
그림 2. 안테나 두께에 따른 반사 손실 변화
Fig. 2. Variation of return loss by the thickness of the antenna.

공진이 발생하는 패턴은 거의 비슷한 결과가 나타나는 것을 볼 수 있었고, 우리는 대역폭이 가장 넓은 3.5 mm를 선택하였다.

그림 3(a)는 일반 평면형 사다리꼴 안테나를 보여주고 있으며, 그림 3(b)는 본 논문에서 제안한 평면형 사다리꼴 안테나의 내부를 제거한 슬릿형 사다리꼴 안테나를 보여주고 있다. 또한, 그림 3(c)~(e)는 제안된 안테나 내부의 패치의 형태(H, U, n형)에 따른 구조를 보여주고 있다.

그림 4는 앞에서 보여준 그림 3의 기생 패치인 H형 삽입 유무 및 패치의 형태(H, U, n형)에 따른 반사 손실의 변화를 보여준다. 그림 4(a)는 기생 패치가 삽입되었을 경우와 되지 않았을 경우의 시뮬레이션을 보여주고 있으며, 그림 4(b)는 본 논문에서 사용한 H형 패치[14],[15], U형 패치[16], n형 패치[17]를 각각 삽입하였을 경우 반사 손실의 변화를 보여주고 있다.

먼저 그림 4(a)에서 볼 수 있듯이, 기생 패치의 유무에 따른 반사 손실의 변화는 큰 차이를 보인다. 기생 패치 없이 공진 주파수 대역이 극히 작으며, 반사 손실도 작은 것을 확인할 수 있다. 기생 패치를 삽입할 경우, 커플링 효과로 인하여 공진 주파수 대역폭과 반사 손실이 현저히 개선된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 그림 4(b)에서처럼 다른 형태의 패치를 삽입할 경우, 3.5 GHz 이상의 주파수 대역에서는 거의 동일한 패턴을 보여주고 있으며, 3.5 GHz 이하의 대역에서는 H형 패치가 다른 두 패치와 비교하여 더



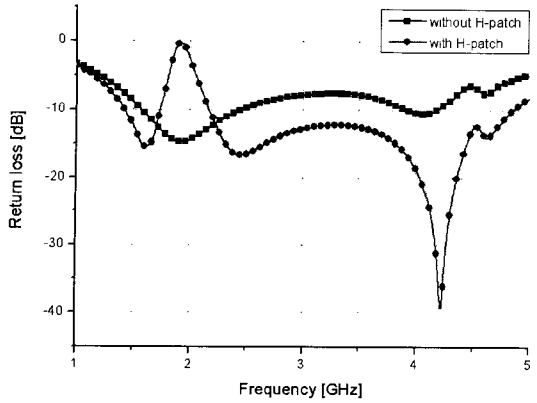
(a) 사다리꼴 안테나 (b) 제안된 안테나
(a) Trapezoidal antenna (b) Proposed antenna

(c) H형 패치 안테나 (d) U형 패치 안테나 (e) n형 패치 안테나
(c) H-patch antenna (d) U-patch antenna (e) n-patch antenna

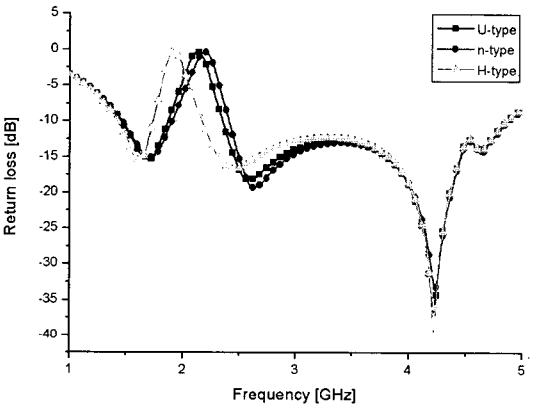
그림 3. 사다리꼴 안테나 및 기생 패치 형태에 따른 구조
Fig. 3. The trapezoidal antenna and the structures by the patch type.

넓은 대역폭을 보여주는 것을 확인할 수 있었다. 우리의 목적은 Wibro 및 WLAN 통신용 안테나 연구이기 때문에 목적에 적합한 H형 패치를 선택하였다.

그림 5는 그림 4에서 보여준 H형 기생 패치의 크기에 따른 반사 손실 변화를 보여주고 있다. 먼저 그림 5(a)는 H형 패치의 길이에 따른 반사 손실의 변화를 보여주고 있다. 패치의 길이는 13~19 mm까지 2 mm 간격으로 크기를 변화시켰으며, 패치의 길이가 짧을수록 반사 손실은 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 길어질수록 반사 손실은 상대적으로 적지만 주파수 대역이 넓어지는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 그림 5(b)는 H형 패치의 두께에 따른 반사 손실을 보여주고 있다. 패치의 두께는 1~2.5

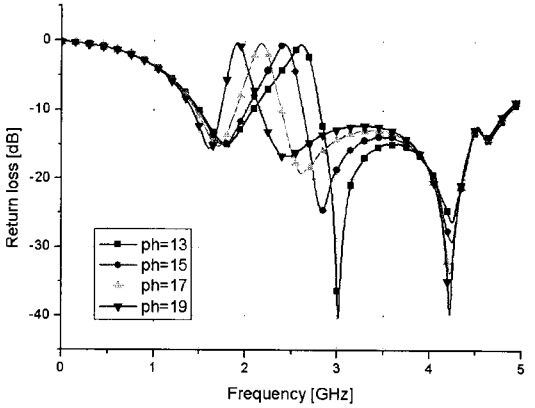


(a) 기생 패치 유무에 따른 반사 손실 변화
(a) Variation of return loss by the existence of the parasitic patch

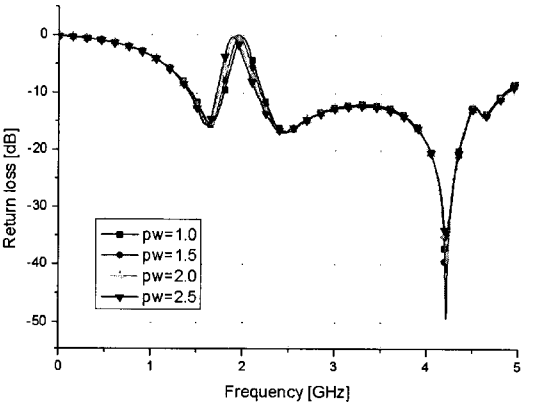


(b) 기생 패치의 모양에 따른 반사 손실 변화
(b) Variation of return loss by the type of the parasitic patch

그림 4. 기생 패치에 따른 반사 손실 변화
Fig. 4. Variation of return loss by the parasitic patch.



(a) H형 패치 길이에 따른 반사 손실 변화
(a) Variation of return loss by the length of the H-type patch



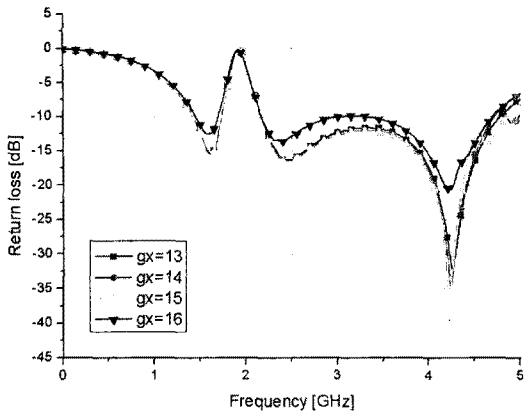
(b) H형 패치 넓이에 따른 반사 손실 변화
(b) Variation of return loss by the width of the H-type patch

그림 5. H형 패치 크기에 따른 반사 손실 변화
Fig. 5. Variation of return loss by the size of the H-type patch.

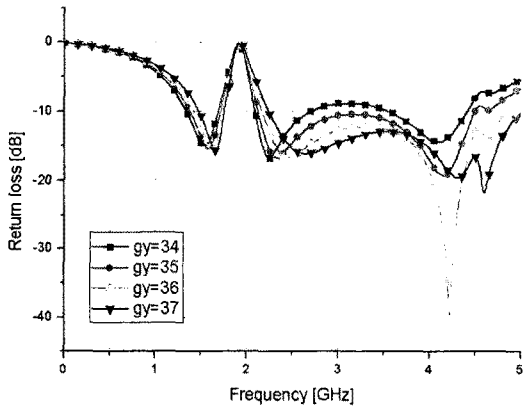
mm까지 0.5 mm 간격으로 크기를 변화시켰으며, 두께에 따른 차이는 거의 없었다. 따라서 본 논문의 목적과 적합하게 패치의 길이가 19 mm, 두께는 2 mm 정도인 파라미터를 선정하였다.

그라운드 높이에 따른 반사 손실의 변화를 알아보기 위하여 그림 6에서처럼 그라운드의 폭과 높이를 변화시켜 보았다. 앞에서 언급하였듯이 CPWG 구조에서는 급전선과 그라운드 사이의 거리의 변화에도 큰 차이가 없는 것을 시뮬레이션을 통하여 확인할 수 있었다. 그림 6(a)를 통하여 그라운드의 폭을 13~16 mm까지 변화시켰을 때 16 mm를 제외하고 거의 비슷한 결과가 나타나는 것을 볼 수 있다. 본 논문에서는 공진이 가장 좋은 15 mm를 선택하였다. 또한, 그림 6(b)에서 그라운드의 높이를 변화시켜 보았을 때 반사 손실의 변화를 시뮬레이션해 보았다. 그라운드 높이에 따라 2 GHz 이상의 대역에서 많은 변화가 있음을 확인할 수 있었다. 우리는 공진이 가장 좋은 36 mm를 선택하였다.

표 2에서 보여주는 파라미터는 안테나의 길이와 두께, 그라운드의 크기, 패치 삽입 여부 등의 조건을 변화하면서 반복된 시뮬레이션을 통하여 광대역 특성을 얻고, 2.4 GHz 대역에서 사용하기 위하여 최적화된 값을 찾은 것이다.



(a) 전면 그라운드의 폭 변화
(a) Variation of the width of the front ground



(b) 그라운드의 높이 변화
(b) Variation of the height of the front ground

그림 6. 그라운드 크기에 따른 반사 손실 변화
Fig. 6. Variation of return loss by the ground size.

광대역 안테나의 특성 중 고조파 특성을 확인하기 위하여 설계된 안테나의 방사 패턴을 확인해 보았다. 설계된 안테나는 Wibro와 WLAN 통신 대역을 기준으로 하기 때문에, 그림 7에서 보는 것처럼 2.4 GHz와 고조파 특성을 보이는 4.8 GHz 대역을 시뮬레이션하여 방사 패턴을 비교해 보았다. 시뮬레이션 결과, 2.4 GHz와 4.8 GHz의 방사 패턴은 유사하게 나왔으며, 고조파 특성이 나오지 않은 것으로 해석된다.

Ⅳ. 안테나 제작 및 측정 결과

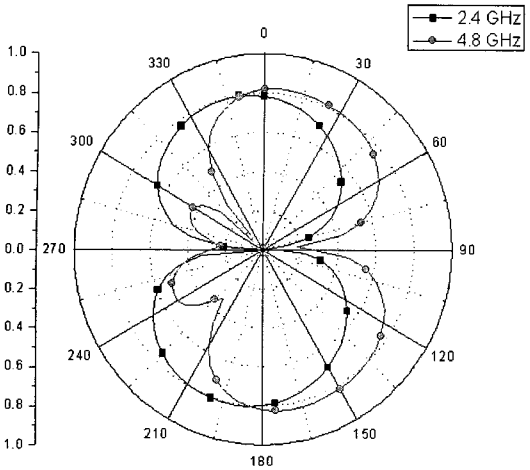
그림 8은 실제 제작된 안테나를 보여주고 있다.

표 2. 설계된 안테나의 파라미터
Table 2. The optimized parameter of designed antenna.

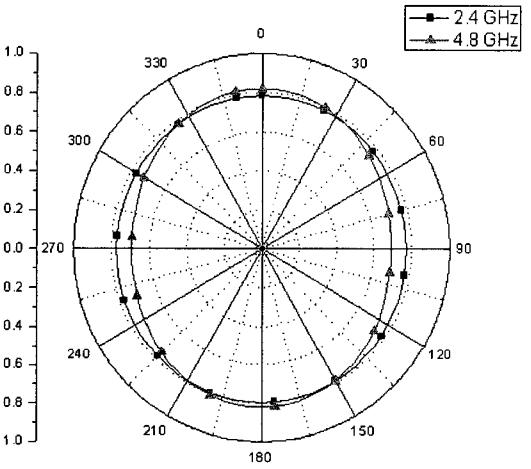
변수	파라미터	값(mm)
LW	안테나의 전체 폭	35
LH	안테나의 전체 높이	70
AB	사다리꼴 안테나의 밑변	16.76
AU	사다리꼴 안테나의 윗변	28.76
AH	사다리꼴 안테나의 높이	28
pw	기생 패치의 폭	2
ph	기생 패치의 높이	18
gx	전면 그라운드의 폭	15
gy	그라운드의 높이	36
fx	급전선 폭	1.8
fy	급전선 길이	40

앞에서 언급했던 것처럼 유전율 4.62의 FR-4 기판에 제작되었고, 그림에서 확인할 수 있듯이 시뮬레이션된 모델과 실제 제작된 모델은 동일한 형태임을 알 수 있다. 측정은 전자파 무반사실(anechoic chamber)에서 진행되었으며, 표준 혼 안테나(horn antenna)를 사용하였다.

표 2에서 보여준 최적화된 안테나 파라미터를 가지고 시뮬레이션한 결과와 실제 제작된 안테나를 가지고 측정한 결과를 비교한 그래프를 그림 9에서 보여주었다. 그림 9(a)는 반사 손실의 −10 dB 이하를 기준으로 보았을 때, 시뮬레이션의 첫 번째 공진은 1.4~1.73 GHz 대역에서 일어났고, 두 번째 공진은 2.1~4.85 GHz 대역에서 일어났다. 제작된 안테나도 1.5~1.7 GHz와 2.2~4.6 GHz의 대역에서 공진이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 2 GHz 이상에서는 거의 유사한 특성을 나타냈는데, 중심 주파수가 1.5 GHz인 대역에서는 반사 손실 값이 상대적으로 약간 감소한 것을 볼 수 있었다. 실제 측정에서 반사 손실 값은 실험실의 환경적인 영향이나 측정자의 영향 등으로 변할 수 있는 요인이 있으므로 큰 차이는 아니라고 본다. 또한, 본 논문의 목적과 적합하지 않은 1.5 GHz 대역은 사용하지 않고, 2.2 GHz 이상의 대역을 사용할 것이다. 그림 9(b)는 반사 손실 값을 가지고 계산된 VSWR 값을 보여주고 있다.



(a) E-plane

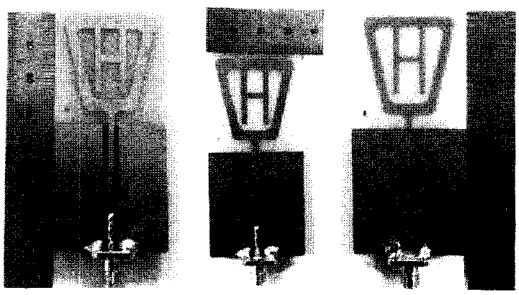


(b) H-plane

그림 7. 2.4 GHz와 4.8 GHz에서 E-plane과 H-plane의 방사 패턴 시뮬레이션

Fig. 7. Radiation pattern results of E- and H-plane at 2.4 and 4.8 GHz.

그림 10(a)~(d)는 설계된 안테나의 방사 패턴을 보여주고 있다. 각각 2.3 GHz, 2.4 GHz, 2.5 GHz 대역에서 측정된 방사 패턴이며, E-plane과 H-plane을 나타내고 있다. 모노폴 안테나의 경우, 일반적으로 H-plane이 전방향성 특성을 가져야 하는데, 2.4 GHz를 제외하고 전체적으로 전방향성 특성을 보이고 있으며, E-plane도 각각의 주파수 대역에서 유사한 방사 패턴을 보여주고 있다. 측정 결과 Wibro 및 WLAN 대역의 최대 이득은 2.3 GHz에서 1.603 dB_i, 2.4 GHz에서 1.698 dB_i, 2.5 GHz에서 1.522 dB_i의 최대 이

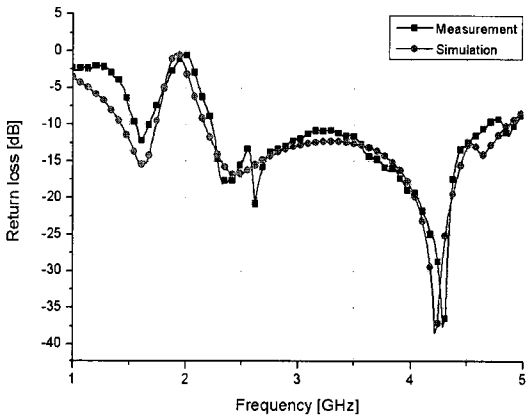


(a) 전면 (b) 후면

(a) Front plate (b) Back plate

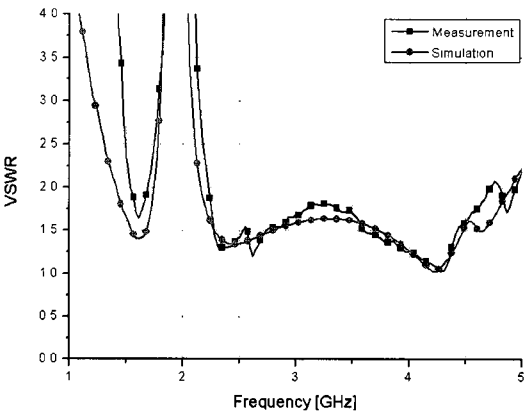
그림 8. 제작된 안테나의 전면과 후면

Fig. 8. The front and back side of the fabricated antenna.



(a) 반사 손실 비교

(a) Comparison of return loss

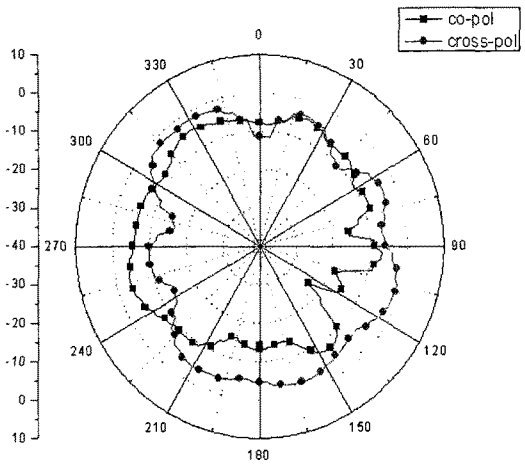


(b) VSWR 비교

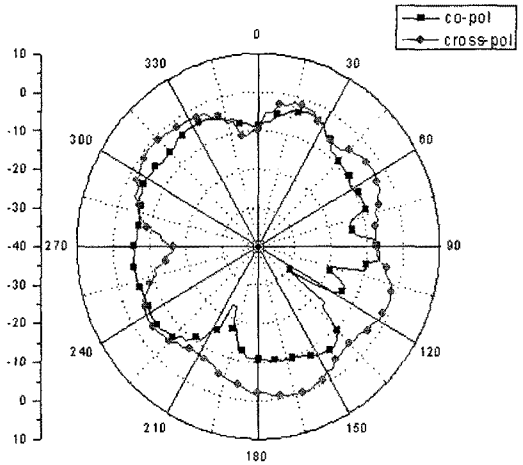
(b) Comparison of VSWR

그림 9. 안테나의 반사 손실 및 VSWR 비교

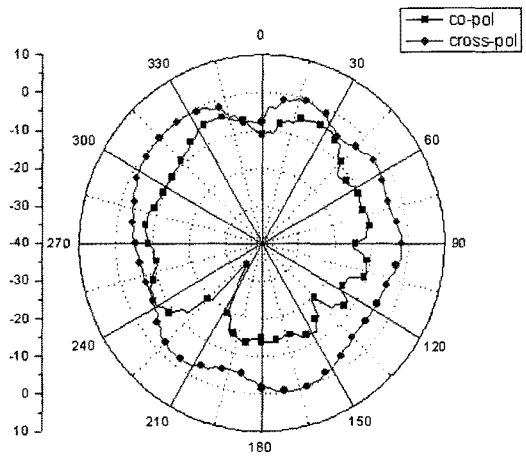
Fig. 9. Comparison of return loss and VSWR of the antenna.



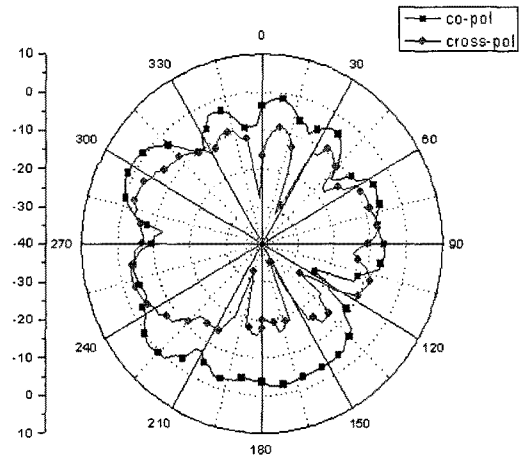
(a) E-plane at 2.3 GHz



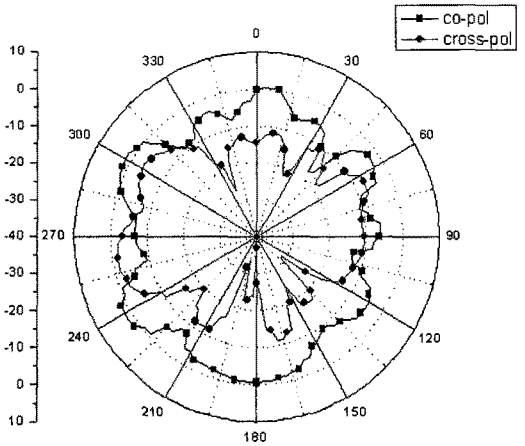
(b) E-plane at 2.4 GHz



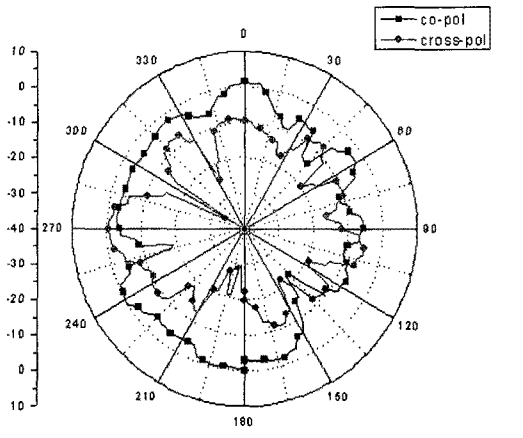
(c) E-plane at 2.5 GHz



(d) H-plane at 2.3 GHz



(e) H-plane at 2.4 GHz



(f) H-plane at 2.5 GHz

그림 10. 안테나의 방사 패턴
Fig. 10. Radiation patterns of the antenna

득을 가졌다.

V. 결 론

본 논문은 광대역 특성을 갖는 H형 기생 패치를 삽입한 사다리꼴 형태의 CPWG 안테나를 설계하였다. 기존의 사다리꼴 형태의 안테나는 광대역 특성을 가지고 있어 UWB 통신에 사용되고 있으나, 본 논문에서는 Wibro 및 WLAN 통신에서도 사용 가능하도록 슬롯 형태의 사다리꼴 구조를 사용하였으며, 원하는 주파수 대역에서 공진이 발생하고 50-Ω 임피던스 매칭이 일어나도록 H형 기생 패치를 삽입하여 주었다. 또한, 전면 그라운드와 급전선 간의 간격차로 발생하는 오차를 줄이기 위하여 CPWG 구조를 사용하였다. 결과적으로, CPWG 구조를 사용하여 크기는 감소시키면서, 동시에 공진이나 임피던스 매칭이 안정된 안테나를 설계하였고, 시뮬레이션과 실제 측정을 통해서도 가능성을 확인하였다. 실험 결과, 공진은 1.5~1.7 GHz 대역과 2.2~4.6 GHz 대역에서 발생하였고, Wibro 및 WLAN 통신에 응용할 수 있다.

앞으로 공진이 발생하지 않는 1.7~2.1 GHz의 대역에서 공진이 발생하도록 연구 중에 있으며, 또한 UWB 통신 대역도 사용할 수 있도록 연구 중에 있다. 추후 1.4~10 GHz의 광대역에서 사용 가능하도록 연구하여, 다양한 분야에서 응용이 가능한 안테나가 될 것으로 본다. 또한, 광대역 안테나로서 많은 PCS, WCDMA, WLAN 등의 많은 대역에서 사용할 수 있으므로, 전자파 인체 영향이 이슈가 되고 있는 현재 상황에서 설계된 안테나에 대한 전자파 인체 흡수율(SAR) 측정이 필요하므로 추후에 SAR 측정을 통하여 인체 영향에 대한 검증을 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] K. Hiraswa, M. Haneishi, *Analysis, Design, and Measurement of Small and Low-Profile Antennas*, Artech House, London, 1992.

[2] 이정남, 이성훈, 박종권, "사다리꼴 모양의 UWB 안테나 설계", 한국전자파학회논문지, 16(3), pp. 235-245, 2005년.

[3] 최순신, 김준일, 지 용, "CPW 급전 광대역 사각 슬롯 안테나 설계", 대한전자공학회논문지, 42 (11) TC, pp. 107-116, 2005년.

[4] 김명석, 신경섭, 김영두, 이홍민, "CPW 급전 광대역 슬롯 안테나 설계", 한국전자파학회논문지, 15 (2), pp. 212-216, 2004년 2월.

[5] N. Fortino, G. Kossiavas, J. Y. Dauvignac, and R. Staraj, "Novel antennas for ultra-wideband communications", *Microwave Opt. Tech. Lett.*, vol. 41, no. 3, pp. 166-169, 2004.

[6] 김준일, 장진우, 이원택, 지 용, "2.4/5.8 GHz 이중 대역 코프래너 급전 평면형 모노폴 능동 안테나 설계", 대한전자공학회논문지, 44(8) TC, pp. 42-50, 2007년.

[7] 김 남, 손귀범, 박상명, "CPW 급전 단일 평면 부채꼴형 UWB 안테나 설계 및 제작", 한국전자파학회논문지, 18(3), pp. 305-314, 2007년 3월.

[8] 박길영, 신호섭, 오병철, 김 남, "변형된 접지면과 대역 저지 특성을 갖는 단일 평면 타원형 UWB 안테나", 한국전자파학회논문지, 16(12), pp. 1194-1205, 2005년 12월.

[9] 김 남, 박상명, 김종면, "이중 대역 스파이럴 평면형 모노폴 안테나 설계 및 SAR 분석", 한국전자파학회논문지, 18(12), pp. 1370-1382, 2007년 12월.

[10] 이호민, 이승우, 김 남, "Z자형 패치를 갖는 광대역 평판형 모노폴 안테나 설계 및 SAR 해석", 한국전자파학회논문지, 18(12), pp. 1391-1407, 2007년 12월.

[11] John L. Volakis, *Antenna Engineering Handbook (4th Edition)*, McGraw Hill, pp. 16-5~16-6, 2007.

[12] V. Palanisamy, R. Garg, "Rectangular ring and H-shaped microstrip antennas-alternatives to rectangular patch antenna", *Electronics Letters*, vol. 21, pp. 874-876, 1985.

[13] Brian C. Wadell, *Transmission Line Design Handbook*, Artech House, p. 79, 1991.

[14] Abdel F. Sheta, Samir F. Mahrnoud, "A novel H-shaped patch antenna", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 29, no. 1, pp. 62-66, 2001.

[15] S. -C. Gao, L. -W. Li, M. -S. Leong, and T. -S. Yeo, "Analysis of an H-shaped patch antenna by using the FDTD method", *Progress in Electromagnetics Research, PIER 34*, pp. 165-187, 2001.

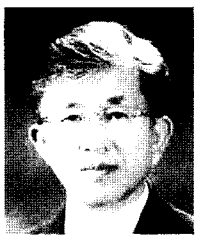
[16] Filiberto Bilotti, Lucio Vegni, and Andrea Alu', "U-patch antenna loaded by complex substrates for multifrequency operation", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 32, no. 1, pp. 3-5, 2001.

[17] A. Moustafa, E. A. Abdallah, and E. A. Hashish, "Novel compact circular N-shaped patch antenna for 5.2 GHz wireless communications", *2008 IEEE Radio and Wireless Symposium*, pp. 727-730, Jan. 2008.

이 승 우

2003년 2월: 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
2006년 2월: 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)
2007년 3월~현재: 충북대학교 정보통신공학과 박사과정
[주 관심분야] 안테나 설계, EMI/EMC 및 전자파 인체 영향

김 남



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1988년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
1992년 8월~1993년 8월: 미국 Stanford 대학교 방문교수
2000년 3월~2001년 2월: 미국 California Technology Institute 방문교수
1989년~현재: 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
1996년~현재: 한국전자파학회 전자장과 생체관계연구회 위원장
[주 관심분야] 이동 통신 및 전파전파, 마이크로파 전송선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격

이 승 엽

1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1993년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
1993년 9월~2006년 2월: 국립여수대학교 전자통신공학과 교수
2004년 7월~2005년 8월: Syracuse 대학교 방문교수
2006년 3월~현재: 국립전남대학교 전자통신공학과 교수
[주 관심분야] 안테나 해석 및 설계, 초고주파 회로 설계, 전자파 해석